

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-236478

(43) 公開日 平成4年(1992)8月25日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18		9170-4M		
H 0 1 L 33/00	C	8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平3-5225

(22) 出願日 平成3年(1991)1月21日

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 太田 啓之

埼玉県入間郡鶴ヶ島町富士見6丁目1番1号バイオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 渡辺 温

埼玉県入間郡鶴ヶ島町富士見6丁目1番1号バイオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 藤村 元彦

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【目的】 基板結晶との格子整合のとれた良好なエピタキシャル層を形成し、発光効率の良い半導体発光素子を提供する。

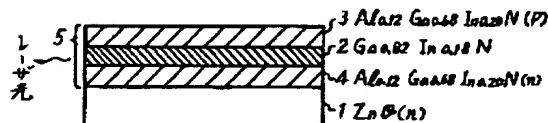
【構成】 複数のIII-V族化合物半導体混晶が基板結晶1上にエピタキシャル層5として形成されてなる半導体発光素子であって、ZnOを基板結晶1とし、エピタキシャル層5の組成中、半導体GaNにおいてGaの一部をInまたはInとAlで置換(活性層2及びクラッド層3、4)するよう、エピタキシャル層5の組成を

$$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_y\text{N}$$

$$(0 \leq x < 1, 0 < y < 1)$$

としたことを特徴とする。

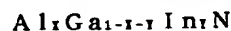
【効果】 混晶GaInN系あるいは混晶AlGaInN系の良好なエピタキシャル層が得られ、これらにより発光効率の優れた半導体発光素子を構成することができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のIII-V族化合物半導体混晶が基板結晶上にエピタキシャル層として形成されてなる半導体発光素子であって、前記基板結晶をZnOとし、前記エピタキシャル層の組成を



$$(0 \leq x < 1, 0 < y < 1)$$

としたことを特徴とする半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、特にレーザ装置に用いられる半導体発光素子に関する。

【0002】

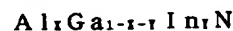
【背景技術】Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N等のIII-Vナイドライド系混晶エピタキシャル層を使った半導体発光素子では、従来、基板結晶としてサファイア(α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が用いられていた。Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>Nの結晶構造はウルツ型であり、一方、基板結晶であるサファイアはコランダム型である。ともに六方晶系であるが、サファイアが原子面としては13回の繰返し周期を持つように、両者は等価ではない。さらに両者の格子定数が大きく異なり、互いの格子不整合は14%にも及ぶ。こうした格子不整合のために良好なエピタキシャル層を形成することが難しく、これらを使った発光素子において効率の良い発光出力を得ることができなかった。

【0003】

【発明の目的】よって、本発明は上記のような問題点を排除するためになされたものであり、その目的とするところは、基板結晶との格子整合のとれた良好なエピタキシャル層を形成し、発光効率の良い半導体発光素子を提供することである。

【0004】

【発明の構成】本発明による半導体発光素子は、複数のIII-V族化合物半導体混晶が基板結晶上にエピタキシャル層として形成されてなる半導体発光素子であって、前記基板結晶をZnOとし、前記エピタキシャル層の組成を



$$(0 \leq x < 1, 0 < y < 1)$$

としたことを特徴とするものである。

【0005】

【発明の作用】本発明による半導体発光素子においては、Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>Nエピタキシャル層の組成中、Gaの一部をIn、もしくはIn及びAlで置換したので、基板結晶ZnOとの格子整合が得られる。

【0006】

【実施例】複数のIII-V族化合物半導体Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N、Al<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>Nに関して、横軸に格子定数、縦軸にバンドギャップ(禁制帯幅)をとりプロットすると、図1のようなGa<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N、Al<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>Nと記した3点となる。こ

2

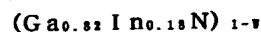
で、混晶系におけるベガード則を仮定すると、3つの2元系半導体Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N、Al<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>N、In<sub>0.15</sub>Nを適当な比率で混合することにより、同図中実線で囲まれた三角形内の領域において当該4元系混晶の物性値(格子定数とバンドギャップ)を実現することができる。なお、図1におけるGa<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N、Al<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>N、In<sub>0.15</sub>Nは直接遷移型半導体であり、各伝導帯及び価電子帯のそれぞれエネルギー最小値及び最大値でのバンドギャップを示すものである。

【0007】図中点線で示した直線l<sub>1</sub>は基板結晶ZnOの格子定数3.24Åのラインである。基板結晶ZnOは半導体Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>Nと同じウルツ型の結晶構造であり、Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>Nに近い格子定数を有していることが分かる。このラインl<sub>1</sub>とGa<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N-In<sub>0.15</sub>N間の3元系混晶のラインとの交点A、及びラインl<sub>1</sub>とAl<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>N-In<sub>0.15</sub>N間の3元系混晶のラインとの交点Bの組成をベガード則を用いればそれぞれ



と見積ることができる。

【0008】また、線分ABは、混晶Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>N系で基板結晶ZnOと格子整合がとれる組成範囲を示すものであり、これに再びベガード則を仮定すれば、線分ABの物性値は、上記A点組成とB点組成間の混晶(4元系混晶)により実現されることになるので、



という概略の組成範囲にてエピタキシャル層を形成すれば基板結晶ZnOとの格子整合がなされることになる。

【0009】半導体レーザ素子を形成する場合、エピタキシャル層をいわゆるダブルヘテロ構造とすることが一般的に採用されている。この場合、活性層における光子の閉込めを有効に行なうため、クラッド層のバンドギャップを、活性層のバンドギャップより0.3eV程度大きい値に設定するのが好ましいと言われており、ZnOを基板結晶とする場合は、上記組成式(1)で表わされる組成範囲の中から、互いのバンドギャップ差が約0.3eVとなるものを形成すれば良いことになる。例えば図1中において、活性層として最もシンプルなA点組成を選択した場合には、当該A点組成におけるバンドギャップよりも0.3eVだけ大きいバンドギャップを有するC点組成をクラッド層に適用すれば良い。C点における混晶の組成は、上述のl<sub>1</sub>線上の4元系混晶の組成式(1)及びベガード則より算出することができる。

【0010】図2に、上述の如く基板結晶ZnOに格子整合をとったAl<sub>0.69</sub>In<sub>0.31</sub>N-In<sub>0.15</sub>N(0 ≤ x < 1, 0 < y < 1)系混晶で活性層とクラッド層を形成したダブルヘテロ構造半導体レーザ素子の構成の一例が示されている。ここでは、基板結晶1をn型ZnOとし、上記見積られた組成範囲に従って、活性層2を混晶Ga<sub>0.52</sub>In<sub>0.18</sub>Nとし、クラッド層3及び4をそれぞれp型及び

3

n型の混晶 $\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{In}_{0.20}\text{N}$ としてエピタキシャル層5を形成したものである。このようにして構成された半導体レーザ素子では、通常、クラッド層に順方向バイアスを印加することにより活性層に光子を発生せしめ、層内部の光共振によって活性層の劈開面より誘導放出されたレーザ光を得ることができる。

【0011】さらに、活性層も $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$  ( $0 < x < 1$ ,  $0 < y < 1$ ) で構成することを考慮すれば、青色から紫外領域の短波長半導体レーザ光を得ることが可能となる。また同じように基板結晶 $\text{ZnO}$ に格子整合をとった $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 系混晶でpn接合を形成し、発光ダイオードとすることも可能である。

【0012】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体発光素子においては、 $\text{ZnO}$ を基板結晶とし、エピタキシ

4

ヤル層の組成中、半導体 $\text{GaIn}$ において $\text{Ga}$ の一部を $\text{In}$ または $\text{In}$ と $\text{Al}$ で置換することにより基板結晶 $\text{ZnO}$ との格子整合をなしているので、混晶 $\text{GaInN}$ 系あるいは混晶 $\text{AlGaInN}$ 系の良好なエピタキシャル層が得られ、これらにより発光効率の優れた半導体発光素子を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】III-V族化合物半導体とその混晶についてバンドギャップとその格子定数を示す図。

【図2】本発明の実施例におけるダブルヘテロ構造半導体レーザ素子の構成を示す図。

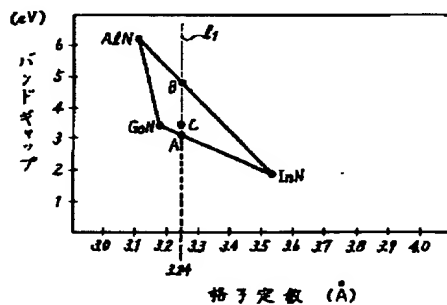
【主要部分の符号の説明】1………基板結晶

2………活性層

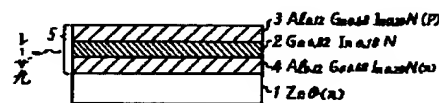
3, 4……クラッド層

5………エピタキシャル層

【図1】



【図2】



PAT-NO: JP404236478A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04236478 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT  
PUBN-DATE: August 25, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OTA, HIROYUKI

WATANABE, ATSUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

PIONEER ELECTRON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03005225

APPL-DATE: January 21, 1991

INT-CL (IPC): H01S003/18, H01L033/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a semiconductor light emitting element having a high light emitting efficiency by forming an excellent epitaxial layer lattice-matched to a substrate crystal.

CONSTITUTION: In a semiconductor light emitting element formed with a plurality of III-V compound semiconductor mixed crystals as an epitaxial layer 5 on a substrate crystal 1, a composition of the layer 5 is so formed with  $\text{Al}_{\text{x}}\text{Ga}_{1-\text{x}-\text{y}}\text{In}_{\text{y}}\text{N}$  ( $0 \leq x < 1$ ,  $0 < y < 1$ ) that the crystal 1

is ZnO, part of the Ga of the semiconductor GaN is substituted for In or In and Al (active layer 2 and clad layers 3, 4) in the composition of the layer 5.

The excellent epitaxial layer of mixed crystal GaInN or mixed crystal AlGaInN is obtained, thereby constituting a semiconductor light emitting element having an excellent light emitting efficiency.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio